

# 双焦点 Toric 人工晶状体植入矫正白内障合并角膜散光的疗效观察

于璐, 郝晓琳, 程杰, 叶秀玲, 凌宇

引用: 于璐, 郝晓琳, 程杰, 等. 双焦点 Toric 人工晶状体植入矫正白内障合并角膜散光的疗效观察. 国际眼科杂志 2022; 22(7): 1199-1202

基金项目: 航天科工集团 2020 年医疗卫生科研项目 (临床医疗类) (No.2020-LCYL-011)

作者单位: (100049) 中国北京市, 航天中心医院眼科

作者简介: 于璐, 毕业于天津医科大学, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 屈光及白内障。

通讯作者: 凌宇, 毕业于首都医科大学, 博士, 主任医师, 研究方向: 白内障. htyk721@126.com

收稿日期: 2022-01-04 修回日期: 2022-06-14

## 摘要

目的: 评价白内障超声乳化吸除联合双焦点 Toric 人工晶状体 (IOL) 植入术的散光矫正临床效果。

方法: 回顾性分析。纳入 2020-08/2021-09 间我院白内障超声乳化吸除联合双焦点 Toric IOL 治疗白内障合并角膜规则散光患者 46 例 46 眼的临床资料。术后随访 3mo, 评价术前及术后 1、3mo 裸眼远视力 (UDVA)、裸眼近视力 (UNVA)、矫正远视力 (BCDVA)、矫正近视力 (BCNVA) 及散光的变化。测量并计算 IOL 轴位旋转度, 行问卷调查在不同距离使用眼镜的必要性以及总体满意度。

结果: 术后 1、3mo UDVA、BCDVA、UNVA、BCNVA 与术前比较均有差异 (均  $P < 0.001$ ), 而术后 1mo UDVA、BCDVA、UNVA、BCNVA 与术后 3mo 比较均无差异 (均  $P > 0.0167$ )。术后 3mo UDVA 达到 0.20 (LogMAR) 者 46 眼 (100%), UNVA 达到 0.20 (LogMAR) 者 40 眼 (87%)。散光矢量分析显示, 术前角膜散光均值为  $1.88 \pm 0.70D$ , 质心值为  $0.61D @ 177^\circ \pm 1.93D$ , 术后 3mo 残余散光均值为  $0.33 \pm 0.30D$ , 质心值为  $0.03D @ 34^\circ \pm 0.45D$ 。术后 3mo IOL 轴位旋转度为  $3^\circ (0^\circ, 5^\circ)$ 。只有 5 例 (11%) 患者要求对近距离或中距离进行一定程度的屈光矫正。83% (38 例) 对手术结果感到满意或非常满意。

结论: 白内障术中植入双焦点 Toric IOL 能有效矫正术眼的角膜规则散光, 提高裸眼远近视力, 患者满意度高。

关键词: 白内障; 超声乳化; 双焦点; 散光; 人工晶状体

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.7.27

## Evaluation of astigmatism - correcting efficiency and clinical effects after phacoemulsification with bifocal Toric intraocular lens implantation

Lu Yu, Xiao-Lin Hao, Jie Cheng, Xiu-Ling Ye, Yu Ling

Foundation item: Medical and Health Research Foundation of Aerospace Science and Industry Corporation in 2020 (Clinical

Medical Category) (No.2020-LCYL-011)

Department of Ophthalmology, Aerospace Center Hospital, Beijing 100049, China

Correspondence to: Yu Ling. Department of Ophthalmology, Aerospace Center Hospital, Beijing 100049, China. htyk721@126.com

Received: 2022-01-04 Accepted: 2022-06-14

## Abstract

• AIM: To assess the astigmatism - correcting efficiency and clinical effects of cataract phacoemulsification combined with bifocal Toric intraocular lens (IOL) implantation.

• METHODS: Retrospective analysis. The clinical data of 46 patients (46 eyes) with cataract complicated with regular corneal astigmatism by the treatment of cataract phacoemulsification and bifocal Toric IOL implantation in our hospital from August 2020 to September 2021 were included. The patients were followed up for 3mo after operation, and the changes of uncorrected distant visual acuity (UDVA), uncorrected near visual acuity (UNVA), best corrected distant visual acuity (BCDVA), best corrected near visual acuity (BCNVA) and astigmatism before and 1, 3mo after operation were evaluated. The IOL axial rotation was measured and calculated, and a questionnaire was conducted to investigate the necessity of using glasses at different distances and overall satisfaction.

• RESULTS: After operation at 1 and 3mo, there were significant differences in UDVA, BCDVA, UNVA and BCNVA compared with those before operation (all  $P < 0.001$ ), and there was no significant difference in UDVA, BCDVA, UNVA and BCNVA at 1mo after operation and 3mo after operation (all  $P > 0.0167$ ). At 3mo after operation, 46 eyes (100%) of UDVA reached 0.20 (LogMAR), 40 eyes (87.0%) of UNVA reached 0.20 (LogMAR). Astigmatism vector analysis showed that the mean preoperative corneal astigmatism in this group was  $1.88 \pm 0.70D$ , and the centroid value was  $0.61D @ 177^\circ \pm 1.93D$ , the mean residual astigmatism at 3mo postoperatively was  $0.33 \pm 0.30D$ , and the centroid value was  $0.03D @ 34^\circ \pm 0.45D$ . After operation at 3mo, the axial rotation of IOL was  $3^\circ (0^\circ, 5^\circ)$ . Only 5 eyes (11%) required some degree of refractive correction for near or intermediate distances. 83% (38 eyes) were satisfied or very satisfied with the surgical results

• CONCLUSION: The implantation of bifocal Toric IOL during cataract surgery could effectively correct corneal regular astigmatism, improve uncorrected distance and

near vision, and had high patient satisfaction.

• KEYWORDS: cataract; phacoemulsification; bifocal; astigmatism; intraocular lens

**Citation:** Yu L, Hao XL, Cheng J, *et al.* Evaluation of astigmatism - correcting efficiency and clinical effects after phacoemulsification with bifocal Toric intraocular lens implantation. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(7):1199-1202

## 0 引言

屈光白内障手术时代,白内障手术已经从复明手术转变为精确的屈光矫正手术,除了要求术后达到低于 $\pm 0.5D$ (屈光度)的目标屈光度外,越来越多的患者希望术后不再依赖眼镜。为了实现这一目标,安全可预测地矫正老花眼和补偿角膜散光已经成为眼科医生的主要挑战之一。研究显示,约75%的白内障患者存在大于0.5D的术前角膜散光,约44%大于 $1D^{[1-3]}$ 。在应用多焦点人工晶状体(IOL)时,矫正原有的角膜散光变得至关重要。多焦点复曲面Toric IOL既可以矫正角膜散光,也可提高患者术后裸眼的远、近视力和脱镜率。然而,关于其散光矫正效能、屈光结果和主观满意度仍存在一些问题。本研究的目的是评估一组合并角膜规则散光的白内障患者术中植入双焦点Toric IOL后的裸眼远、近视力、手术前后散光的变化、IOL轴位旋转度及患者的满意度调查。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 回顾性分析。选取2020-08/2021-09在航天中心医院眼科接受白内障手术并于术中植入Toric IOL治疗白内障合并角膜规则散光患者46例46眼的临床资料。纳入标准:(1)所有患者术前均合并规则角膜散光诊断为白内障并预估术后角膜散光 $\geq 0.75D$ ;(2)由同一位经验丰富的医生行单眼白内障超声乳化联合Toric IOL植入术;(3)眼轴长度20~26mm;(4)临床资料完整。排除标准:(1)眼部有严重病变,如先天性眼病、既往弱视、青光眼、葡萄膜炎、重度干眼、角膜疾病、眼外伤或视网膜血管类疾病、黄斑变性等,包括既往眼内手术史、角膜激光屈光手术史者;(2)不切实际的期望和任何神经眼科疾病;(3)术中出现悬韧带撕裂,后囊破裂等并发症者。本研究符合《赫尔辛基宣言》,经航天中心医院医学伦理委员会批准并豁免知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 术前准备** 所有患者术前均行综合眼科检查,包括使用标准对数远视力表检测裸眼远视力(uncorrected distant visual acuity, UDVA),最佳矫正远视力(best corrected distant visual acuity, BCDVA),使用标准对数近视力表检测裸眼近视力(uncorrected near visual acuity, UNVA),最佳矫正近视力(best corrected near visual acuity, BCNVA),统计分析时均转换为最小分辨角对数(LogMAR)视力。行IOL Master 500、眼底检查、眼B超、角膜地形图,角膜曲率计检查。使用Barret II在线IOL计算器确定IOL等效球镜(spherical equivalent, SEQ),使用制造商提供的在线IOL计算器(Holiday 2公式)确定IOL柱镜的屈光度(CYL),均以正视为目标,带入术源性散光(surgically induced astigmatism, SIA)(手术医师SIA根据既往数据评估计算为0.5D),计算植入的最佳IOL的轴位及角膜主切口位置。

**1.2.2 手术方法** 表面麻醉后,患者坐位,正常瞳孔情况下,参照瞳孔中心,医生在裂隙灯下将光带调至水平位穿过瞳孔中心,以记号笔标记术眼3:00和9:00位置。充分散瞳后改为平卧位,常规消毒铺巾,以开睑器开睑,参照标记环以记号笔在角膜上标记主切口位置及散光晶状体轴位。做2.2mm主切口,撕囊直径约5.5mm,超声乳化摘除混浊晶状体,囊袋内植入Toric IOL,顺时针旋转调整IOL轴位与标记轴位对齐,吸除前房及IOL后的黏弹剂,水密切口,伤口无缝合,术毕再次确认IOL位于预定轴位。术后常规使用抗生素和抗炎眼药水。

**1.2.3 术后随访** 术后常规随访3mo。记录术前、术后1、3mo的UDVA、BCDVA、UNVA、BCNVA、柱镜及等效球镜度数。在随访结束时,调查患者在不同距离使用眼镜的必要性,以及术后视觉满意度,包括:对目前视力满意情况、日常活动(阅读报纸文字、辨认人脸、购物时阅读价格标签、在不平坦的路上行走、做手工或其他精细活、阅读电视文字、进行自己喜爱的活动)时的视力表现。根据患者情况,将项目分“非常不满意、相对不满意、相对满意、非常满意”4个选项,调查结束后患者自行选择其中一个选项即可。晶状体的轴向偏移度测量方法为患者散瞳后端坐裂隙灯前,头部置于头托,双眼前视,测量者把光束调窄后,移动光带与IOL轴向一致即为术后IOL的轴向度数,把测得度数减去术中植入IOL的轴位即为晶状体的轴向偏移度。

统计学分析:采用SPSS 26.0软件对数据进行处理,数据样本的正态性采用Shapiro-Wilk检验,其中服从正态分布的计量资料采用均数 $\pm$ 标准差的形式表示,非正态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。非正态分布的计量数据分析使用Friedman检验,配对资料的两两比较采用Bonferroni法矫正显著性水平( $\alpha' = 0.0167$ )的事后两两比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 纳入患者的一般资料** 本研究共纳入患者46例46眼,一般资料见表1。术前角膜散光 $1.90 \pm 0.69D$ (0.65~3.4D),顺规散光9眼占19.56%,逆规散光27眼占58.70%,斜向散光10眼占21.74%。根据制造商提供的Toric IOL度数在线计算平台(<http://www.TECNIS.toriccalc.com>),植入不同型号的Toric IOL:Tecnis ZMT100 1眼(2%),ZMT150 7眼(15%),ZMT225 10眼(22%),ZMT300 15眼(33%),ZMT400 13眼(28%)。

**2.2 手术前后视力比较** 术前、术后1、3mo的UDVA、BCDVA、UNVA、BCNVA比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$ ),进一步两两比较,术后1、3mo UDVA、BCDVA、UNVA、BCNVA与术前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.001$ ),而术后1mo UDVA、BCDVA、UNVA、BCNVA与术后3mo比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.0167$ ),见表2。术后3mo UDVA达到0.20(LogMAR)者46眼(100%),达到0.1(LogMAR)者39眼(85%);术后3mo UNVA达到0.3(LogMAR)者46眼(100%),达到0.20(LogMAR)者40眼(87%),达到0.1(LogMAR)者31眼(67%)。

**2.3 手术前后散光比较** 手术前后角膜散光比较差异有统计学意义( $P < 0.001$ ),术后1、3mo残余散光[0.38(0, 0.5);0.25(0, 0.5)D]均明显低于术前角膜散光[1.90(1.37, 2.40)D],差异均有统计学意义( $P < 0.001$ ),术后1、3mo残余散光比较差异无统计学意义( $P = 0.794$ )。术前预测残余散光[0.08(0.03, 0.14)D]和术后1、3mo残余散光

表 1 纳入患者的一般资料

指标	数据
性别(例,%)	
男	26(57)
女	20(43)
右眼(例,%)	23(50)
年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	72.13 $\pm$ 10.60(50~87)
眼轴( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	23.29 $\pm$ 0.98(21.86~25.73)
前房深度( $\bar{x}\pm s$ ,mm)	3.03 $\pm$ 0.40(2.26~3.90)
K1( $\bar{x}\pm s$ ,D)	44.01 $\pm$ 1.69(40.66~48.7)
K2( $\bar{x}\pm s$ ,D)	45.89 $\pm$ 1.79(41.56~50.9)
角膜散光( $\bar{x}\pm s$ ,D)	1.90 $\pm$ 0.69(0.65~3.40)
主观验光等效球镜( $\bar{x}\pm s$ ,D)	-1.11 $\pm$ 2.50(-8.00~+3.50)
UDVA[ $M(P_{25},P_{75})$ ,LogMAR]	0.75(0.68,1.22)
BCDVA[ $M(P_{25},P_{75})$ ,LogMAR]	0.50(0.40,0.73)
UNVA[ $M(P_{25},P_{75})$ ,LogMAR]	1.00(0.70,1.08)
BCNVA[ $M(P_{25},P_{75})$ ,LogMAR]	0.70(0.40,0.80)
眼压( $\bar{x}\pm s$ ,mmHg)	16.04 $\pm$ 3.07(10~22)
植入 Toric IOL 球镜[ $M(P_{25},P_{75})$ ,D]	22.0(19.38,22.50)

注:K1:平坦子午线角膜曲率;K2:陡峭子午线角膜曲率。

[0.38(0,0.5);0.25(0,0.5)D]比较差异有统计学意义( $P=0.007$ ),术后1、3mo残余散光均高于术前预测残余散光,差异均有统计学意义( $P<0.0167$ ),术后1、3mo残余散光两两相比差异无统计学意义( $P=0.985$ )。

**2.4 手术前后散光的矢量分析** 用散光双倍角图绘制工具 V132<sup>[4]</sup>分析本研究纳入患者术前角膜散光与术后3mo残余散光(眼镜平面散光)的散光矢量,可显示散光矢量的均值和质心值、95%置信圆。术前角膜散光均值为1.88 $\pm$ 0.70D,质心值为0.61D@177 $^{\circ}\pm$ 1.93D,术后3mo残余散光(眼镜平面散光)均值为0.33 $\pm$ 0.30D,质心值为0.03D@34 $^{\circ}\pm$ 0.45D,散光矢量分析结果可直观地显示,术后3mo残余散光均值、质心值较术前角膜散光明显降低,且95%置信圆均明显缩小,见图1。

**2.5 IOL 轴位旋转度情况** 术后1mo IOL 轴位旋转度为3 $^{\circ}$ (0 $^{\circ}$ ,6 $^{\circ}$ );术后3mo IOL 轴位旋转度为3 $^{\circ}$ (0 $^{\circ}$ ,5 $^{\circ}$ ),差异无统计学意义( $\chi^2=6.439$ , $P=0.823$ ),发生顺时针旋转15眼,逆时针旋转9眼,无旋转22眼。术后3mo旋转度数最小为0 $^{\circ}$ ,最大为12 $^{\circ}$ 。旋转度数 $\leq 5^{\circ}$ 占78%(36/46),旋转度数 $\leq 10^{\circ}$ 占98%(45/46)。所有患者均无需二次手术调整。

**2.6 术后满意度情况** 术后5例(11%)患者要求对近距离或中距离进行一定程度的屈光矫正。83%(38例)对手术结果感到非常满意,17%(8例)报告为相对满意。无患者感到不满意。

### 3 讨论

角膜散光是白内障术后全眼散光的主要来源,研究表明角膜散光过大可导致空间频率、视网膜敏感性降低,从而使物像成像质量下降显著<sup>[1-3]</sup>。研究发现多焦点 IOL 植入术后残余散光度数>0.75D 尤其是逆规及斜轴散光将影响视觉效果;残余散光度数>1.50D 将显著影响远、中距离视力,并加重眩光症状<sup>[4]</sup>。白内障合并角膜散光的矫正方法包括白内障术中联合角膜缘松解术切开术(limbal release incision, LRI)、联合 Toric IOL 的植入或者联合角

膜屈光手术。虽然在散光陡峭轴做主切口的方法简便易行,不会增加额外手术损伤,但只能矫正小度数的角膜散光。根据《我国散光矫正型人工晶状体临床应用专家共识(2017年)》,1.8、2.2、2.6和3.0mm切口的SIA分别约为0.30、0.40、0.50和0.60D<sup>[5]</sup>。有研究发现LRI在矫正2.00~2.50D以上角膜散光时准确性下降<sup>[6]</sup>。此外,由于利用角膜偶联效应LRI术后视力恢复速度要慢。角膜缘松解术矫正散光还可能会有干眼发生率增加、角膜切口愈合不良、角膜高阶像差增加等风险。角膜屈光手术要结合患者的经济能力和接受程度,同样也伴随角膜安全性的风险<sup>[7-8]</sup>。

近年来随着散光矫正型多焦点 IOL 设计和材料的不断改进,多焦点 Toric IOL 治疗白内障合并角膜规则散光在全程视力、脱镜率、散光矫正及视觉满意度方面取得良好效果<sup>[9-10]</sup>。但是关于双焦点 Toric IOL 的散光矫正效能和临床效果,临床研究数量有限<sup>[11-12]</sup>。该晶状体为疏水性丙烯酸酯材质,采用后方边设计和以襻部补偿设计为特征的 Tri-Fix 三点固定,提高了 IOL 在囊袋内的稳定性,减少旋转,这一点对于散光晶状体尤为重要<sup>[13]</sup>。本组资料术后3mo旋转度数中位数为3 $^{\circ}$ (0 $^{\circ}$ ,5 $^{\circ}$ ),最小为0.0 $^{\circ}$ ,最大为12 $^{\circ}$ 。旋转度数 $\leq 5^{\circ}$ 占78%(36/46),旋转度数 $\leq 10^{\circ}$ 占98%(45/46)。所有患者均无需二次手术调整。曾庆森等<sup>[14]</sup>研究与本研究结果相近,术后3mo IOL 旋转度数中位数为3.0 $^{\circ}$ (1 $^{\circ}$ ,5 $^{\circ}$ )。在我们的资料中虽然术后1、3mo残余散光均略高于术前预测残余散光( $P<0.0167$ ),但术后3mo残余散光0.25(0,0.5)D较术前角膜散光1.90(1.37,2.40)D明显降低,差异有统计学意义( $P<0.001$ )。散光是一个矢量,除了考虑大小还要考虑方向对散光的影响。本研究运用散光双倍角图绘制工具<sup>[15]</sup>对手术前后散光进行矢量分析。能够直观显示术后3mo残余散光的均值、质心值比术前角膜散光明显降低,且95%置信圆明显缩小。

本研究术后3mo UDVA(LogMAR)由术前0.75(0.68,1.22)提高到0.1(0,0.1),UNVA由术前的1.00(0.70,1.08)提高到0.1(0.1,0.2),差异均有统计学意义( $P<0.0167$ )。这与 Marques 等<sup>[11]</sup>的结果一致。在我们的研究中100%(46眼)和87%(40眼)的术眼术后 UDVA 和 UNVA 分别达到或优于0.20(LogMAR);Kretz 等<sup>[12]</sup>队列结果85.4%和87.0%的单眼 UDVA 和 UNVA 分别达到0.20(LogMAR)或更高。提示在白内障合并角膜散光患者中植入多焦 Toric IOL 可提供良好的远近裸眼视力,脱镜率较高。屈光结果的可预测性、散光矫正效能和患者的满意度都非常出色。多焦 Toric IOL 植入临床应用中的难点和要点在于控制潜在影响最终屈光和视力结果的误差源,包括患者群体的筛选、术前精准的生物测量、IOL 计算公式的精确度、手术技术稳定以及手术中 IOL 对位的精确度等。本组资料中,角膜曲率和子午线的数据综合考虑 IOL Master、角膜地形图、角膜曲率仪的结果,评估其一致性和准确性,三个结果一致性较好者,方植入 Toric IOL。

本研究表明,双焦点 Toric IOL 植入是治疗白内障合并角膜规则散光、实现术后脱镜、散光及老视矫正可靠而有效的解决方案。考虑到样本大小、临床方案、随访和手术技术的差异可能会产生影响。后继还会进行大样本前瞻性研究,并与其他同类 IOL 进行比较,进一步验证其术后视觉质量和屈光矫正效果。

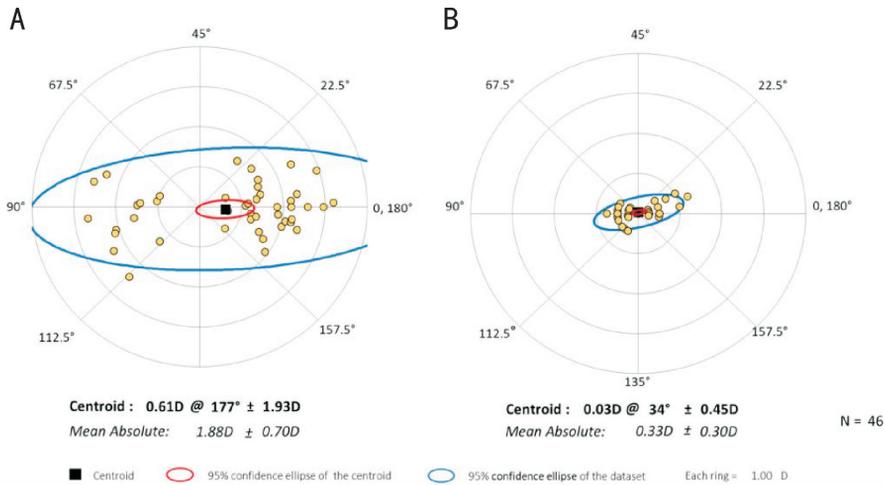


图1 术前角膜散光和术后3mo残余散光(眼镜平面散光)的矢量分布图 A:术前角膜散光;B:术后3mo残余散光(眼镜平面散光);Centroid:质心值;Mean Absolute:平均绝对值;红色环:质心值的95%置信圆;蓝色环:总体数据的95%置信圆。

表2 手术前后视力比较

指标	术前	术后1mo	术后3mo	$[M(P_{25}, P_{75}), \text{LogMAR}]$	
				$\chi^2$	$P$
UDVA	0.75(0.68,1.22)	0.1(0,0.2) <sup>a</sup>	0.1(0,0.1) <sup>a</sup>	87.46	<0.001
BCDVA	0.50(0.40,0.73)	0(0,0.1) <sup>a</sup>	0(0,0.1) <sup>a</sup>	78.21	<0.001
UNVA	1.00(0.70,1.08)	0.2(0.1,0.2) <sup>a</sup>	0.1(0.1,0.2) <sup>a</sup>	85.40	<0.001
BCNVA	0.70(0.40,0.80)	0.1(0,0.1) <sup>a</sup>	0.1(0,0.1) <sup>a</sup>	90.73	<0.001

注:<sup>a</sup> $P<0.001$  vs 术前。

参考文献

- 王越,柯敏,郑恬,等. 2085例年龄相关性白内障患者白内障摘除术前角膜散光情况的调查. *中华眼科杂志* 2017;53(7):522-527
- Chen WR, Zuo CG, Chen CY, et al. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery in Chinese patients. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(2):188-192
- Yuan XY, Song H, Peng G, et al. Prevalence of corneal astigmatism in patients before cataract surgery in Northern China. *J Ophthalmol* 2014;2014:536412
- Goto S, Maeda N. Corneal topography for intraocular lens selection in refractive cataract surgery. *Ophthalmology* 2021;128(11):e142-e152
- 中华医学会眼科学分会白内障与人工晶状体学组. 我国散光矫正型人工晶状体临床应用专家共识(2017年). *中华眼科杂志* 2017;53(1):7-10
- Rigi M, Al-Mohtaseb Z, Weikert MP. Astigmatism correction in cataract surgery: toric intraocular lens placement versus peripheral corneal relaxing incisions. *Int Ophthalmol Clin* 2016;56(3):39-47
- Ahmed MAA, Abdelhalim AS. Differential time-course tear film quantitative changes following limbal relaxing incisions. *BMC Ophthalmol* 2020;20(1):175
- Biswas P, Chatterjee S, Batra S, et al. Arcuate keratotomy infiltration following uneventful femtosecond laser assisted cataract surgery. *Indian J*

- Ophthalmol* 2019;67(10):1742-1744
- Tekce A, Gulmez M. Comparison of visual and refractive outcomes of diffractive bifocal toric and trifocal toric intraocular lenses 12months after implantation in patients with moderate to high myopia. *Int Ophthalmol* 2021;41(9):3029-3040
- Zvorničanin J, Zvorničanin E. Premium intraocular lenses: the past, present and future. *J Curr Ophthalmol* 2018;30(4):287-296
- Marques EF, Ferreira TB, Simões P. Visual performance and rotational stability of a multifocal toric intraocular lens. *J Refract Surg* 2016;32(7):444-450
- Kretz FTA, Bastelica A, Carreras H, et al. Clinical outcomes and surgeon assessment after implantation of a new diffractive multifocal toric intraocular lens. *Br J Ophthalmol* 2015;99(3):405-411
- Sandoval HP, Lane S, Slade S, et al. Evaluating rotational stability of an extended depth of focus toric intraocular lens using a slit lamp and image-based analysis. *Clin Ophthalmol* 2020;14:2405-2410
- 曾庆森,胡东瑞,金贇英,等. Toric IOL矫正角膜散光的疗效和残余散光的矢量分析. *国际眼科杂志* 2020;20(11):1991-1995
- Abulafia A, Koch DD, Holladay JT, et al. Pursuing perfection in IOL calculations IV: astigmatism analysis, SIA and double angle plots. *J Cataract Refract Surg* 2018;44(10):1169-1174